

## SISTEMA REGIONAL DO CARVOEIRO - O ARRANQUE

Fausto M. M. de OLIVEIRA (1)

### RESUMO

Criado para abastecer de água em alta seis municípios, Agueda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ihavo e Murtosa, o Sistema Regional do Carvoeiro, após execução, foi objecto de concessão, a qual arrancou em Outubro de 1996.

Único sistema em alta objecto de concessão como sistema municipal, é feita uma breve caracterização, apresentam-se as principais razões e características da concessão e é feito um balanço do seu arranque e do primeiro ano de exploração: os erros de concepção e construção, os problemas surgidos e as acções empreendidas.

**Palavras - chave:** SRC (Sistema Regional do Carvoeiro), FFD (Ferro Fundido Dúctil), ETA (Estação de Tratamento de Água), EEs (Estações Elevatórias), SCCC (Sistema Centralizado de Comando e Controlo), RPA (Reservatório de Passagem de Albergaria-a-Velha), VMR (Valor Máximo Recomendável).

(1) Engenheiro do Ambiente, Director da Empresa Águas do Vouga, grupo LUSÁGUA, concessionária do SRC, Albergaria-a-Velha, Portugal

## 1 - O SISTEMA REGIONAL DO CARVOEIRO

Denomina-se Sistema Regional do Carvoeiro ao conjunto de obras executadas que têm como objectivo o abastecimento em alta de 6 Concelhos do Baixo Vouga: Águeda, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Estarreja, Ilhavo e Murtosa; designadamente a captação, tratamento, adução até aos centros de distribuição e armazenamento principal.

É um sistema em alta e está dimensionado para servir cerca de 270 000 habitantes, com um consumo médio diário de 30 000 m<sup>3</sup> de água.

Ao todo fazem parte do SRC: 15 reservatórios, com volumes entre os 200 e 7500 m<sup>3</sup>, uma ETA, 3 EEs, captações, constituídas por dois poços e três furos nos aluviões do rio Vouga, 17 000 m de condutas elevatórias e 73 000 m de condutas gravíticas, com diâmetros de 63 mm a 700 mm, em PVC, PRV, Fibrocimento e FFD.

O sistema é composto fundamentalmente por duas partes distintas: Uma parte elevatória, desde as captações até ao Reservatório Principal de Albergaria e uma gravítica entre este e os restantes reservatórios dos centros de distribuição.

Para a gestão e exploração do sistema, foi implantado um sistema de telecontrolo e telegestão, denominado SCCC.

As obras tiveram um custo de 2 500 000 contos.



Figura 1 - Edifício de Exploração e reservatórios RPA e R2

## **2 - A CONCESSÃO**

### **2.1 - Objectivos**

Os objectivos da concessão foram:

- Servir os municípios nas melhores condições de qualidade/custo;
- Focalizar a intervenção dos responsáveis políticos na definição dos objectivos e seu controlo;
- Garantir a viabilidade técnico-financeira da estrutura de exploração;
- Obter capacidade de financiamento em ampliações e melhorias;
- Possibilitar o recrutamento de meios técnicos e humanos credenciados;
- Utilizar e beneficiar da experiência disponível.

### **2.2 - Interesses a salvaguardar**

Procuraram-se salvaguardar os seguintes aspectos:

- Capacidade de controlo das opções fundamentais;
- Capacidade de controlo dos custos;
- Capacidade real de intervenção nos aspectos de saúde pública e de assegurar o controlo efectivo e directo do SRC, caso o interesse público assim o exija.

### **2.3 - Condições do concurso - resumo**

Apresentam-se de seguida os aspectos mais relevantes do caderno de encargos:

- Concessão por 20 anos;
- Tarifa única/ m<sup>3</sup>;
- Renda de 100 000 contos/ano, com um adiantamento à cabeça de 1 000 000 de contos;
- Consumos mínimos de 60% do caudal médio previsto até ao ano 2000 e 80 % entre o ano 2 000 e o final da concessão;
- Alteração da tarifa se os consumos forem alterados em 20% para mais ou para menos do consumo médio previsto;
- Mapa com os consumos médios anuais previstos;
- Possibilidade de resgate e reversão;
- Constituição de uma empresa específica para a exploração do sistema;
- Montagem de um laboratório, para controlo da qualidade de água, na sede da exploração;
- Formula de revisão anual da tarifa definida na proposta.

## 2.4 - Melhorias no SRC previstas no contrato de concessão.

A proposta da empresa LUSÁGUA, vencedora do concurso da concessão, propunha o seguinte conjunto de melhorias a introduzir no sistema:

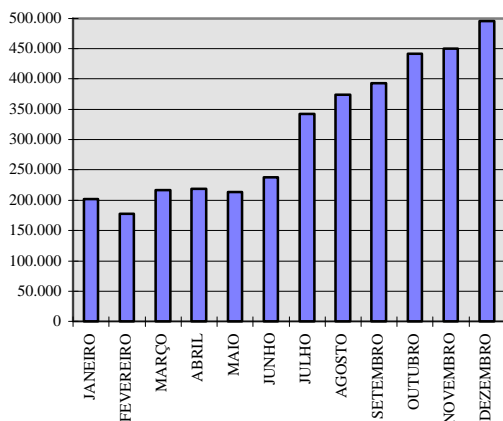
- Sistema de rechloragem em todos os reservatórios;
- Estação de monitorização em continuo da qualidade de água do rio Vouga, a montante das captações;
- Sistema de alarme em todas as instalações, incluindo reservatórios;
- Condensadores para compensar a energia reactiva nas estações elevatórias.

## 2.5 - Melhorias suplementares introduzidas no sistema pela concessionária

Prevêm-se actualmente as seguintes melhorias adicionais ao contrato:

- Torre de absorção e neutralização do cloro;
- Leitura do cloro residual à saída dos reservatórios;
- Válvulas servo motorizadas, ligadas ao telecontrolo e telegestão, à entrada de cada reservatório;
- Monitorização da água bruta captada. Após tratamento já existia um sistema implantado e ligado ao SCCC.
- Sistema anti-golpe de aríete em duas pequenas elevatórias, a instalar em 1998.

## 3 - O ARRANQUE, OS PROBLEMAS, AS ACCÇÕES



Formalmente a concessão arrancou em 1 de Outubro de 1996, mas o fornecimento de água a alguns municípios por necessidade, iniciou-se em Julho do mesmo ano. A título informativo, regista-se que o preço do m<sup>3</sup> de água da proposta vencedora foi de 42\$00.

Neste momento o caudal que está a ser consumido pelos municípios ultrapassa já os 80% do caudal médio previsto.

Figura 2 - Produção de água em m<sup>3</sup> durante o ano de 1997

### 3.1 - A produtividade das captações.

#### 3.1.1 - O problema

O sistema de captação era constituído por dois poços de grande diâmetro, implantados no aluvião do rio Vouga. Em cada poço foram construídos dois drenos de diâmetro 200 e cerca de 35 m de comprimento. O aluvião neste local tem uma altura de cerca de 11 metros e os drenos foram instalados a 3.5 metros de profundidade.



Figura 3 - Captações no rio Vouga

Verificou-se uma produtividade bastante inferior ao previsto, com base nos ensaios de caudal realizados, devido:

- Baixa carga hidráulica sobre os drenos, em virtude da sua pouca profundidade e ao abaixamento da cota da água, devido à extracção de areias a jusante;
- Flutuações diárias da altura de água de 15 a 20 cm, que provocavam alterações de produtividade da ordem dos 100 m<sup>3</sup>/h, em resultado de mini hídricas localizadas a montante;

A produtividade na estiagem era de cerca de 500 m<sup>3</sup>/h, em 24 horas.

#### 3.1.2 - As acções

Para se aumentar a produtividade das captações existentes, procedeu-se à execução, em 1997, de três furos de 18" e à execução de valas de recarga, aumentando assim a produtividade para cerca dos 900 m<sup>3</sup>/h, em 24 horas.

Foi também construído um açude em rachão, que permitiu aumentar a cota da água em cerca de 1 metro. Com este aumento de cota, a produtividade passou para cerca de 1400 m<sup>3</sup>/hora.

Este reforço de caudal, vai ser objecto de uma comunicação específica.

## 3.2 - O tratamento

### 3.2.1 - Os problemas

O sistema de tratamento previsto e implantado resume-se a uma correcção do pH com leite de cal e a uma desinfecção com cloro gasoso.

O leite de cal é preparado a partir de dois silos doseadores gravimétricos e um transportador. Existem duas linhas paralelas. A injeção de leite de cal, é feita nas duas condutas de chegada das captações. Existem três bombas doseadoras de leite de cal, funcionando uma por cada conjunto de 2 bombas das captações.

A dosagem de cloro é feita nas tubagens de compressão, através de dois clorímetros em paralelo e de grupos electrobomba para produção de vácuo e injeção de água clorada na conduta.

Na EE1 existem três sistemas elevatórios: o denominado principal, com 3+1 grupos para um caudal unitário de cerca de 170 l/s; o sistema para o R1, com 1+1 grupos, para um caudal de 12.5 l/s e o sistema para o R16, com 1+1 grupos para um caudal de 2.5 l/s.

Surgiram dificuldades no arranque e funcionamento de ambos os sistemas, quer devido a problemas de concepção, quer de execução.

Os problemas de concepção, tiveram a ver essencialmente com o sistema de armazenamento e dosagem da cal em pó e com a metodologia de funcionamento do sistema de injeção e o sistema elevatório existente, nomeadamente:



Figura 4 - Silos de cal na ETA antes das alterações

- Implantação do sistema de armazenamento, dosagem e transporte da cal em pó em zona não coberta e o próprio sistema projectado, responsável por contínuos encravamentos;
- Problemas de mistura de água com a cal, provocando a desferragem frequente das bombas injectoras;
- Problemas com a manutenção do pH nos três sistemas elevatórios já referidos, devido à impossibilidade de manutenção do pH nas duas cubas de aspiração da EE1, quando

só se encontrava uma linha de injeção de leite de cal em funcionamento.

Os problemas de execução, surgiram essencialmente na realização do vácuo para o funcionamento dos clorómetros. A pressão no local de injeção do cloro é de 8.5 kg/cm<sup>2</sup>, para o sistema elevatório principal e de 12 kg/cm<sup>2</sup>, para os restantes. A execução é aqui referida, pois a escolha dos grupos de injeção era da sua responsabilidade. Quer o montador, quer o fornecedor do equipamento não deram respostas concretas sobre o grupo a utilizar no sistema principal, pelo que se foram ensaiando soluções, até se conseguir realizar o vácuo.

Verificou-se ainda a necessidade de se colocarem resistências de aquecimento na tubagem entre os contentores de cloro e os clorómetros.

### **3.2.2 - Acções**

À excepção da dificuldade da mistura da água com a cal, os restantes problemas foram resolvidos ou, pelo menos minimizados, através:

- Da construção de um coberto e vedação lateral para os silos e sistema de transporte da cal em pó;
- Da colocação de uma resistência de aquecimento a envolver a parte cónica do silo.
- Da colocação entre a cuba de mistura água/cal e o tanque de armazenamento do leite de cal, de um filtro em malha inox, que impede a chegada às bombas de eventuais “grânulos“ de cal, que se formavam por má dissolução e que obstruíam a aspiração das bombas injectoras.

Quanto ao cloro e após se conseguir realizar o vácuo da forma já descrita, também a aplicação de resistências de aquecimento parece ter resolvido o problema.

## **3.3 - O sistema adutor**

### **3.3.1 - Os problemas**

O sistema adutor tem uma extensão de 90 Km, é constituído por condutas de diversos materiais e diâmetros cuja montagem durou cerca 5 anos, tem troços com regime de funcionamento com cargas estáticas de 14 a 15 Kg/m<sup>2</sup>, atravessamentos aéreos de vias de comunicação, mudanças de direcção, implantação em zonas alagadas com solos de baixa capacidade de carga.



Figura 5 - Conduto elevatória EE1-EE2. Travessia sobre o rio Caima

Após a sua entrada em funcionamento surgiram problemas:

- Com as amarrações nas passagens aéreas e com mudanças significativas de direcção, 45° e 90 °;
- Com fugas nas cabeças do tubo de ferro fundido dúctil, principalmente numa conduta principal em DN 600. Para além de eventuais problemas de montagem, longos períodos sem água poderão ter provocado danos nas juntas de borra-cha que fazem a vedação.

### 3.3.2 - As acções

Dados os grandes diâmetros, foi feita a reparação com as denominadas juntas de estanquidade, que são acopladas à cabeça do tubo, sem necessidade de qualquer corte deste e para pequenas fugas com a tubagem em carga.

Como curiosidade, refira-se que, numa reparação de uma fuga numa cabeça, foi detectado que a água tinha iniciado a perfuração da cabeça do tubo e que existia um perfuração no tubo encaixado, cujo desenho aponta para uma perfuração iniciada de fora para dentro. A água saía a uma grande velocidade pela junta, batia na cabeça do tubo, fazia ricochete e era devolvida ao tubo encaixado, tendo iniciado a sua perfuração, completada posteriormente pela pressão interior.

### 3.4 - O armazenamento

No sistema foram implantados reservatórios do tipo cilíndrico e do tipo paralelepípedo.

#### 3.4.1 - Os problemas

- Microfissuração em todos os reservatórios paralelepípedos. Eventualmente será devida à sua concepção, pois foram construídos por vários empreiteiros e em épocas anuais diferentes;
- Problemas com o funcionamento das válvulas de flutuador convencionais.



Figura 6 - Reservatório R2

### 3.4.2 - As acções

- Reparação das microfissuras;
- Aplicação de válvulas servomotorizadas, ligadas ao SCCC, funcionando os flutuadores como reserva.

### 3.5 - A qualidade e o equilíbrio calco-carbónico



O controlo da qualidade da água distribuída, sempre foi um dos objectivos da concessionária, expresso através da(o):

- Implantação de uma estação de monitorização da qualidade da água do rio, a montante das captações. Esta estação, analisa em contínuo os parâmetros pH; turbidez; condutividade e temperatura, enviando os dados para a central. O sistema pode ser estendido à medição do  $O_2$  e potencial redox e ampliado para outros parâmetros como a amónia. Possui ainda um sistema de recolha automática de amostras. (Figuras 7, 8 e 9)
- Instalação da medição em contínuo de pH; turbidez; condutividade e temperatura, da água captada, em complemento da medição já prevista da dureza e do cloro residual.

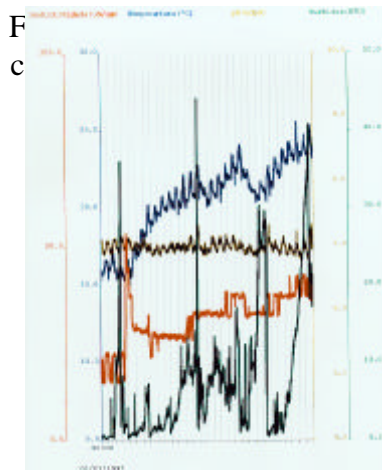


Figura 8 - Out-Put da Estação de Monitorização

- Montagem de um laboratório que permite a realização das análises de controlo de qualidade da água captada e distribuída em alta (grupos G1 e G2 do Dec.-Lei nº74/90 de 7 de Março). Neste momento o laboratório encontra-se em fase de ampliação, tendo em vista a sua acreditação e a extensão das análises efectuadas ao grupo G3 e às águas residuais (figura 9);
- Número de análises de G1, G2 e G3, bastante superior ao exigido;
- Implantação de um sistema de recloração e, medição do cloro residual, em cada reservatório;



Figura 9 - Estação de monitorização em contínuo da água captada no rio Vouga

### 3.5.1 - O problema



Figura 10 - Laboratório

A água que abastece o SRC, captada nos aluviões do rio Vouga e aproveitando a capacidade filtrante do leito de areia, é uma água agressiva e com muito baixa alcalinidade. O pH da água captada situa-se entre 5.8 e 6.6 e a alcalinidade entre 8.8 e 12.6 mg/l (Ca CO<sub>3</sub>).

O sistema de tratamento previsto e implantado, resume-se à correcção do pH com leite de cal e à desinfecção com cloro gasoso.

A análise desta água no gráfico de J. Hallopeau Y C. Dublin, permite constatar que se trata de uma água agressiva, sendo necessário o aumento da sua alcalinidade para 112 mg/l e um pH de 7.9.

A simples adição de cal, com o consumo de todo o CO<sub>2</sub> livre presente, cerca de 6 mg/l, aumentava a alcalinidade em 13.5 mg/l e um pH de 8.5. A água continuava a ser agressiva, atacando as tubagens e reservatórios e consumindo o CO<sub>2</sub> que se vai dissolvendo no contacto da água com a atmosfera. Esta situação originava valores de pH de 9.6 nos reservatórios mais afastados e de menor consumo de água com as consequentes dificuldades de desinfecção e valores de alumínio, que por vezes ultrapassavam o VMR, em resultado do ataque às paredes dos reservatórios.

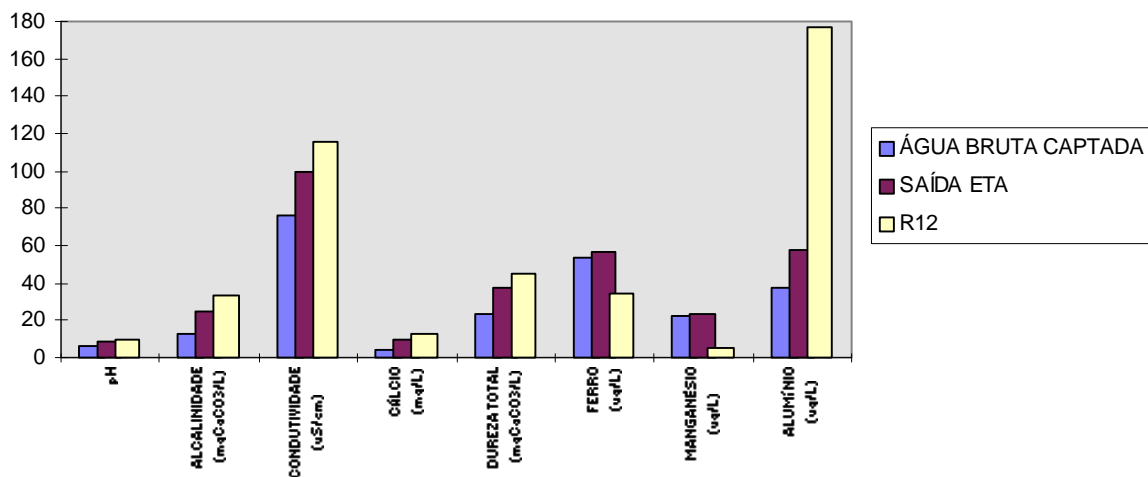


Figura 11 - Parâmetros de Qualidade da água em diferentes pontos de amostragem

### 3.5.2 - A acção

- Remineralização através da adição de CO<sub>2</sub> e aumento da dosagem cal, até obter valores de alcalinidade de 112 mg/l.

### **3.6 - O armazém**

#### **3.6.1 - O problema**

Variedade de diâmetros e materiais das condutas, conforme já referido em PVC, PRV, Fibrocimento e FFD.

#### **3.6.2 - A acção**

- Optimização das existências em armazém. A escolha recaiu nas juntas do tipo “Multijoint “ e do tipo de acoplamento/manchão de reparação de diâmetro variável, para além das já referidas juntas de reparação de fugas nas cabeça das tubagens.

#### **4.- CONCLUSÕES**

Deste período de funcionamento, e, em forma de conclusão, muito resumidamente, há a reter:

- a) A importância da capacidade de resposta aos problemas e situações que surgem nos sistemas de abastecimento de água e, em particular, no seu arranque;
- b) A necessidade do lado prático nas equipas de projectistas;
- c) A análise criteriosa das características analíticas da água;
- d) Alguns aspectos construtivos a ter em conta:
  - d.1) São preferíveis reservatórios do tipo cilíndrico a do tipo cúbico;
  - d.2) Evitar travessias aéreas e, em caso de impossibilidade, realizar o estudo e a optimização da solução, tendo em particular atenção a amarração das tubagens;
  - d.3) Evitar diversificar materiais, utilizando muitas vezes só o critério do custo mais baixo de investimento;
- e) O conhecimento do mercado e a optimização dos materiais em armazém.